发射台主备节目源切换系统设计及实现

摘　要：节目传输环节作为发射台安全传输发射系统中最为重要的环节之一，节目源是发射机前端引接系统，其在整个播出系统中所处的地位可谓是举足轻重。通过主备节目源切换系统，有效解决了发射机单一节目源问题，提高节目源的保障等级，满足安全播出工作要求。

关键词：节目源主备切换；四选一；保障；安全传输发射

中图分类号：TN934　　**文献标识码：**A

文章编号：1671-0134（2018）04-056-03　　**DOI：**10.19483/j.cnki.11-4653/n.2018.04.019

文 / 马明

前言

节目传输系统是发射机前端节目源引接系统，是发射台安全传输发射系统中的重要系统之一，其系统保障等级提高，对完成安全传输发射工作有非常重要的作用。为提高我台调频发射机节目源保障水平，对现有节目传输系统进行技术改造，对主备节目源切换系统重新进行设计完善，有效地提高节目切换系统稳定性和可靠性。

1. 主备节目源切换系统

1.1 系统组成

主备节目源切换系统主要由主用卫星接收天线、主用数字音频专用卫星接收机、备用卫星接收天线、备用数字音频专用卫星接收机、节目四选一设备、UPS 电源等组成。

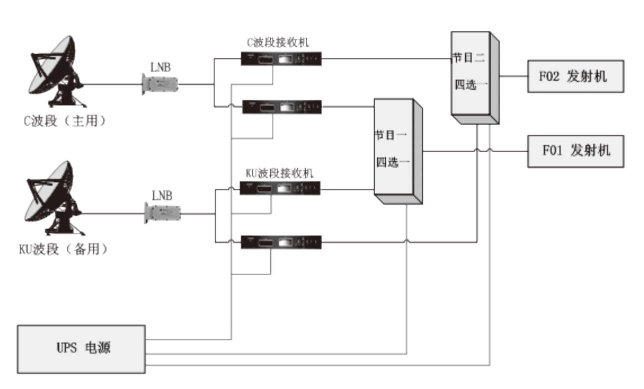


图 1　主备节目源切换拓扑图

1.2 各子系统功能

（1）主用卫星接收天线系统

主用卫星天线接收系统主要完成对 C 波段卫星电磁波信号的接收，对信号进行下变频放大，变为第一中频信号传送给功率分配器。

（2）备用卫星接收天线系统

备用卫星天线接收系统主要完成对 Ku 波段卫星电磁波信号的接收，对信号进行下变频放大，变为第一中频信号传送给功率分配器。

（3）主用数字音频专用卫星接收机

主用数字音频专用卫星接收机主要完成对 C 波段所需要第一中频卫星信号的接收，并从中提取出所需要的节目信息及节目 PID 存入存储器中。它保证了所锁定的节目 PID 断电不会丢失，从卫星接收的音频数据经音频解码电路进行解码，输出数字音频信号和模拟音频信号。

（4）备用数字音频专用卫星接收机

备用数字音频专用卫星接收机主要完成对 Ku 波段所需要第一中频卫星信号的接收，并从中提取出所需要的节目信息及节目 PID 存入存储器中。它保证了所锁定的节目 PID 断电不会丢失，从卫星接收的音频数据经音频解码电路进行解码，输出 AES/EBU 数字音频信号和模拟音频信号。

（5）节目四选一设备

四选一设备主要完成主路、备路数字音频接收，电平监测，主备路切换，异态报警等功能，并将主、备节目源切换选择后音频信号传送给发射机。

（6）UPS 电源系统

UPS 电源系统主要给各设备提供不间断稳定的 220V 电源。

2. 四选一切换器

主备节目源切换系统核心设备是四选一切换器，四选一切换器可实现对四路输入音频信号切换，依据四路音频信号电平检测、延时设置等实现切换。在节目播出的过程中如果遇到播出主路音频信号中断时，可以自动将备路信号播出，同时发出声光报警，减少播出事故，提高播出质量。该设备同时支持手动和自动两种方式，功能相互独立。手动模式下，可以作为一台四选一切换器使用。自动模式下，可以根据要求设定报警电平门限和报警延时。还带有 RS-232 串口功能，可以方便地与 PC 机进行通信。

2.1 四选一切换器前面板介绍



图 2　设备前面板

电源开关：220V 交流输入总开关；

手动 / 自动开关：切换设备工作状态；

静音键：取消蜂鸣器报警；

拨码开关：设置门限电平、延时报警时间、蜂鸣器总开关；

信号输入指示灯：指示本路信号有无，

灯亮，这一路上的信号有，

灯灭，这一路上的信号无；

手动切换按键：手动切换信号通路。

2. 2 四选一切换器操作方法

根据播出节目实际情况设定好音频门限电平；

设定延时切换时间；

设定切换模式。

自动模式：

将自动 / 手动开关切换到自动位置，此时设备即工作在自动模式。

自动模式下，优先级 1 路 >2 路 >3 路 >4 路。

2.2.1 音频切换方法

如果 1 路中有任意一通道信号丢失，并且持续时间超过设定的时延，而 2 路左右通道信号都有，则立即切换到 2 路信号；如果 1 路中有任意一通道信号丢失且 2 路中有任意一通道信号丢失，并且持续时间超过设定的时延，而 3 路有左通道信号，则立即切换到 3 路信号；如果 1 路中有任意一通道信号丢失，且 2 路中有任意一通道信号丢失，且 3 路中左通道信号丢失，并且持续时间超过设定的时延，而 4 路有左通道信号，则立即切换到 4 路信号；如果 1 路中任意信号丢失，2 路中任意信号丢失，3 路中左信号丢失，4 路中左信号丢失，并且持续时间超过设定的时延，则不切换，只报警。

自动状态下，（1）第 1 路信号因故障切换到第 2 路后，若第 1 路中左右声道信号都恢复，则立刻切回第 1 路信号；（2）若因故障，信号已切换到第三路信号，此时若第一路左右声道信号都恢复，则切换到第一路信号；若第一路左右声道信号有一路没有恢复，第二路左右声道信号都恢复了，则切换到第二路；若第一，第二路左右声道都恢复了，则切换到第一路信号；（3）若因故障，信号已经切换到第 4 路，此时若第一路左右声道信号都恢复，则切换到第一路信号；若第一路左右声道信号有一路没有恢复，第二路左右声道信号都恢复了，则切换到第二路；若第一，第二路左右声道都恢复了，则切换到第一路信号；若第一路左右声道信号没有完全恢复，第二路左右声道信号也没有完全恢复，但第三路左声道信号恢复，则切换到第 3 路信号。

自动状态下，手动切换按键无效。

2.2.2 手动模式

使用手动模式时，首先将自动 / 手动开关切换至手动位置，然后，按照切换要求切换信号。

2. 3 四选一切换器原理

四选一工作原理图如下：

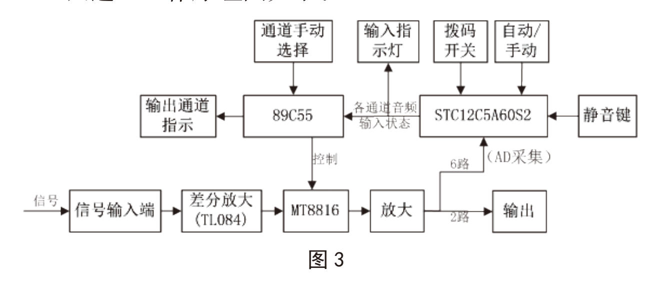


图 3

差分信号从卡侬头进入，经过继电器，再经过差分放大器电路（通过调 S2 电位器来调共模抑制比，通过调 VR1 电位器调输出信号大小），进入芯片 MT8816 的 33 引脚。

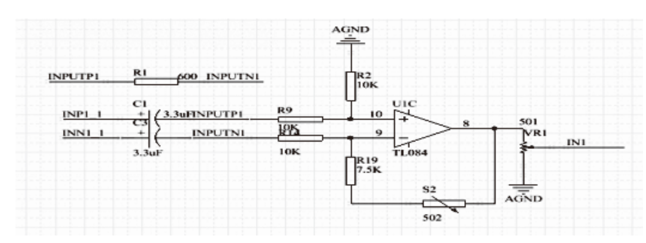


图 4

然后，信号从 MT8816 的 1 引脚（OUT1）出，经过滤波电路，再经过放大器电路（S3 电位器控制信号大小），再经过差分电路后，进入继电器，最后信号从卡侬头出去。

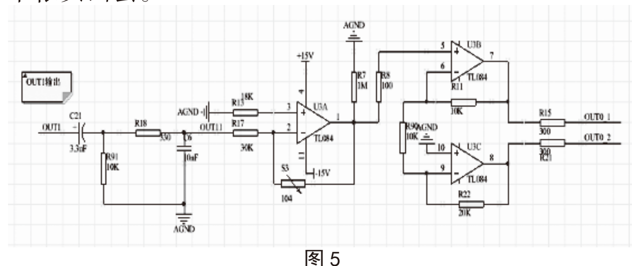


图 5

从 MT8816 的 OUT3–OUT8 出来的信号，经过放大电路后（通过 S11 电位器调整信号大小），进入 STC60S2 单片机的 3–8 引脚，用作门限电平。

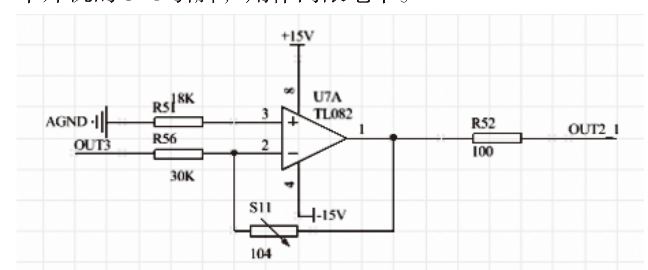


图 6

STC60S2 单片机的 21–28 引脚与 C55 单片机的

39–32 引脚接到一起，然后接到前面板用于控制信号指示灯。当门限电平 OUT3--OUT8 大于设定值时，则对应的 LED 灯亮。

STC60S2 单片机的 39–34 引脚用于控制前面板拨码开关，设置门限电平。33 引脚控制静音键。32 引脚控制手动 / 自动开关。

STC60S2 芯片的 P1 口：AD 采集 8816 输出的 6 路音频信号（共 8 路，有两路需要接输出，如果采集会影响输出）；P2 口：连接 8 路 LED 指示灯以及 89C55 单片机 P0 口，向 89C55 发送各路信号有无的数据，相应指示灯也会指示。

89C55 芯片的 P0 口：与 STC12C5A60S2 单片机 P2 口相连，接收 STC12C5A60S2 单片机发来的音频输入有无的数据；P1 口：控制 MT8816；P2.0：与 STC12C5A60S2 单片机 P0.7 相连，模式选择；P2.1、P2.2、P2.3、P3.3：通道选择指示灯；P3.4 – P3.7：通道选择按键。

2.4 四选一切换器调试步骤

（1）烧写 STC12C5A60S2 单片机程序。

（2）检测电路板：上电之前，检测电路板所有元器件及插座有没有虚焊、错焊、漏焊。检测所有元器件型号及方向、插座的方向是否正确。

（3）检测电源电路：（i）检测电源电路是否有短路状况，断电情况下，用万能表的蜂鸣档，测试电源电路有没有短路，测试电源插座内部之间有没有短路，确保电源部分的正确性。若电源部分短路，接通电源后会烧坏板子。（ii）检测电源电路中各个电压值是否正确，在确保电源电路没有短路的情况下，用万用表测量各部分电压值是否正确。

3. 主备节目源切换系统维护

音频四选一切换系统在日常运行中，技术人员需要制定对系统设备进行周期性维护项目，其主要维护项目如下：（1）定期对系统设备进行清洁；（2）定期对电源接头、BNC 头等检查接触是否正常；（3）定期测试自动 / 手动切换主、备音频切换功能；（4）定期检测备路音频通路畅通；（5）定期对 UPS 电源的各项电压电流等运行参数检查，后背电池定期进线放电。

结语

调频机房通过实施主备节目源的技术改造，极大地提升了发射机节目源保障等级，通过两年多运行，主、备节目源切换系统运行稳定，在恶劣天气、日凌等期间，有效保障节目传输的正常运行，大大提高节目传输可靠性，特别各个重要保障期起到了保障节目传输安全，为安全传输发射工作奠定了坚实基础。媒

（作者单位：国家新闻出版广电总局九五一台）

（上接第 55 页）

低于目标响度以下 8LU，该门函数终止工作，以此来避免较低电平对整体节目响度的影响。

测量时，瞬时节目响度使用 400ms 的矩形窗进行测量，这个模式下不使用门处理。短期响度使用 3s 矩形窗，不使用门处理，此实况仪表的刷新速率不应低于 10Hz。积分响度的测量，使用标准 ITU–R BS.1770 方法，并加上门处理，此实况仪表刷新速率不应低于 1Hz。在 EBU 的标准中，规定 –23LUFS 为基准响度，响度表可以以 –23LUFS=0LU 的方式加以换算。我国规定 –24LUFS 为基准响度，进而确定不同节目最大容许的响度差异。

结语

电视节目响度的计量是一个漫长而复杂的过程，从人类的心理声学、物理声学、电声学等方面，人们做出了很多的努力。正如前文所述，目前针对响度的计量虽然国际上有了一些标准与方法，但在国内尤其是省级以下电视台、影视制作机构中，并没有加以推广使用，同时针对不同节目并没有很多响度控制标准的经验可循。这就要求广大影视工作者不断实践与运用，总结出属于我们自己的宝贵经验，同时根据国情制定一系列的标准与方法。相信有一天观众不再抱怨电视剧中突然出现“震耳欲聋”的广告声了。媒

参考文献

[1]Eddy BØgh Brixen. 声频信号的仪表计量 [M]. 北京：人民邮电出版社，2012：40–82.

[2]ITU. 测量音频节目响度和实际峰值音频电平的算法：ITU–RBS.1770[S]. 日内瓦：ITU，2006：1–4.

[3]EBU. 响度标准化和允许最大音量电平等级： EBUR.128 [S]. 日内瓦：EBU，2010：1–3.

[4]IEC. 声压计（独立模式）IEC 60651[S]. 日内瓦：IEC，1979：1–4.

[5]EBU. 响度范围：一种对 EBU R.128 响度标准化补充的描述：EBUTech 3342[S]. 日内瓦：EBU，2010：1–4.

[6] 全国广播电影电视标准化技术委员会 . 数字电视节目平均响度和真峰值音频电平技术要求：GY/T 282–2014[S]. 北京：全国广播电影电视标准化技术委员会，2014：1–2.

（作者单位：南京艺术学院传媒学院）